Münster i/W. 1934. No 98 Med Diss.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen
Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

Ueber die Einwirkung des Jodkalium auf die Spaltung von organischen Phosphorsäuren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Vorgelegt von

Hermann Herzig (Zahnarzt)

aus Münster (Westf.)

1934

Druckausführung Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Dekan: Prof. Dr. P. Esch

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

RIJKSUNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547226_0074

Ueber die Einwirkung des Jodkalium auf die Spaltung von organischen Phosporsäuren.

Im Rahmen der im hiesigen Institut durchgeführten systematischen Untersuchungen über die Einwirkung des Jod bzw. des Jodkalium auf die Stoffwechselvorgänge im überlebenden Gewebe soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag liefern. Schulte-Hostede[1]) prüfte den Einfluß des Jod auf die Dehydrierungsvorgänge im Gewebe und stellte starke Einwirkungen fest, die je nach der Konzentration zu einer Steigerung oder Hemmung der Dehydrierungen führten. Es ergaben sich dabei starke individuelle Abhängigkeiten der Jodwirkung von der Art der zur Untersuchung kommenden Gewebe verschiedener Tiere. Nach Lauten[2]) greift das Jod auch in die Oxydationsvorgänge im Gewebe stark ein. Der Reaktionsablauf ist auch hier in hohem Maße eine Funktion der zur Wirkung kommenden Jodkonzentration. Im allgemeinen werden die Oxydationen durch Jod nur wenig beeinflußt; eine Ausnahme bilden nur bestimmte Konzentrationen. In dem Konzentrationsbereich von 1.10^{-20} — 1.10^{-5} treten mehrere Maxima und Minima der Sauerstoffwerte auf. Die Wirkungskurve nimmt einen wellenförmigen Verlauf, derart daß hohe und niedrige Jodkonzentrationen dieselbe Endwirkung haben können. Dieses Verhalten des Jod auf die Oxydationen macht die günstige bzw. ungünstige Wirkung des Jod auf die hyperthyreotische Stoffwechselsteigerungen verständlich. Auch in einer Arbeit von Fromm[3]), der den Einfluß des Jod auf die Milchsäurebildung aus zugesetzten Kohlenhydraten und auf die Zuckerbildung aus Stärke untersucht, kommen die starken Abhängigkeiten der Jodwirkung von der Jodkonzentration zum Ausdruck. Es stellen sich auch hier mehrere Maxima und Minima der Milchsäure- und Zuckerwerte ein, die bei Geweben von verschiedenen Tieren nicht bei der gleichen Jodkonzentration liegen.

---

[1]) Schulte-Hostede: Inaugural-Dissertation Münster 1932.
[2]) Lauten: Inaugural-Dissertation Münster 1934.
[3]) H. Fromm: 1934 in Vorbereitung.

Die Versuche brachten den Nachweis, daß die Jodwirkung bei allen bisher untersuchten Stoffwechselvorgängen nachweisbar ist und sich je nach der Konzentration im fördernden oder hemmenden Sinne äußert. Dabei ist aber das Kennzeichen der Jodwirkung die Mehrphasigkeit des Kurvenverlaufs. Es handelt sich also nicht nur etwa um eine gegensätzliche Wirkung kleiner und großer Dosen.

In der vorliegenden Arbeit soll der Einfluß des Jod auf die Esterspaltung von organischen Phosphorsäuren und zwar der Hexosediphosphorsäure und der Glyzerinphosphorsäure untersucht werden. Diese Arbeit stellt insofern eine Ergänzung der bisher vorliegenden Arbeiten dar, als der Kohlenhydratabbau im Gewebe über Zucker-Phosphorsäureester vor sich geht.

Die Versuchsanordnung war die im hiesigen Institut übliche. Die Jodkonzentrationen in den Versuchsansätzen sind in den Tabellen angegeben.

Versuchsreihe I.

Die Ergebnisse der Muskelversuche sind in den Tabellen 1—3 zusammengestellt.

Wie aus den Tabellen zu entnehmen ist, verlaufen alle Versuche, in denen die Einwirkung von Jod auf die Abspaltung von Phosphat bei Hexosediphosphat einerseits und Glyzerinphosphat andererseits untersucht wurde, gleich. Der Einfluß von Jod auf die Wirksamkeit der Hexosediphosphatasen ergibt das folgende Wirkungsbild: In der schwächsten von uns angewandten Konzentration 1.10^{-20} KJ finden wir eine erhebliche Hemmung der Hexosediphosphatase, die mit Ansteigen der Konzentration nachläßt und bei 1.10^{-17} in eine nicht unerhebliche Förderung umschlägt. Während bei 1.10^{-20} die Phosphatabspaltung durchschnittlich um 10%, maximal um 19% vermindert ist, ist bei 1.10^{-17} dagegen die Esterspaltung im Durchschnitt um 13%, maximal um 17% gesteigert. Bei der nächst höheren Konzentration von 1.10^{-16} fallen die Phosphatwerte plötzlich stark ab, und zwar unter die des Kontrollversuches. Die Hemmung macht durchschnittlich 5% aus. Mit weiter ansteigender Dosierung des KJ gehen die Phosphatwerte erneut stark in die Höhe bis zu einem Maximum bei 1.10^{-12} mit einer durchschnittlichen Steigerung von 29% und einer maximalen von 38%. Bei einer

Verdünnung bei 1.10^{-11} fallen die Phosphatwerte erneut stark ab. Eine Hemmung der Phosphorabspaltung gegenüber dem Kontrollversuch wie bei einer Konzentration 1.10^{-20} und 1.10^{-16} tritt hier jedoch nicht auf. Bei zunehmender Jodkonzentration steigen die Phosphatwerte erneut sehr stark an. Das Maximum liegt einheitlich bei einer Konzentration von 1.10^{-8} bei einer durchschnittlichen Steigerung von 38%. Bei dieser Konzentration finden wir überhaupt die stärkste Einwirkung des Jods auf die Spaltung der Hexosediphosphorsäure.

Tabelle 1 Hexosediphosphat
Muskel, Rind

Versuchsanordnung	mg % P				mg % P-Abspaltung			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Direkter Versuch	97	95	95	58	—	—	—	—
Nullversuch	121	116	116	89	—	—	—	—
Kontrollversuch	281	284	280	386	160	168	164	297
Kaliumjodid 1.10^{-20}	250	268	260	380	129	252	148	291
" 1.10^{-19}	271	276	272	392	150	160	156	303
" 1.10^{-18}	266	280	272	392	145	164	160	303
" 1.10^{-17}	308	312	276	396	187	196	192	307
" 1.10^{-16}	276	272	272	386	151	156	152	297
" 1.10^{-15}	302	284	300	418	181	168	164	329
" 1.10^{-14}	308	292	308	428	187	176	172	339
" 1.10^{-13}	308	320	308	424	187	204	200	335
" 1.10^{-12}	320	348	284	432	199	232	228	343
" 1.10^{-11}	281	300	280	376	160	184	180	287
" 1.10^{-10}	308	340	308	380	187	224	220	291
" 1.10^{-9}	320	348	320	396	199	232	228	307
" 1.10^{-8}	348	356	340	456	227	240	238	367
" 1.10^{-7}	320	320	320	380	199	204	200	291
" 1.10^{-6}	308	320	308	396	187	204	200	307
" 1.10^{-5}	308	300	308	380	187	184	180	291

Wir haben in dem Konzentrationsbereich von 1.10^{-20} — 1.10^{-5} einheitlich in allen Versuchen drei Gipfelpunkte der Phosphorabspaltung, und zwar bei 1.10^{-17}, 1.10^{-12}, 1.10^{-8} und vier Minimalpunkte bei 1.10^{-20}, 1.10^{-16}, 1.10^{-11}, 1.10^{-5}. Besonders auffällig ist, daß auf die stärksten Steigerungen bei einer geringen

Erhöhung der Konzentration sofort ein starker Abfall der Phosphorwerte beobachtet wird. Zusammenfassend darf gesagt werden, daß unter der Jodwirkung, abgesehen von geringfügigen Hemmungen in starken Verdünnungen, die Wirksamkeit der Hexosediphosphatase des Muskel z. T. sehr stark angeregt wird. In 19 von 64 Einzelversuchen ist die Phosphatabspaltung um 20% und mehr, maximal um 45% gesteigert, dagegen nur in einem Versuch um rund 20% gehemmt.

Tabelle 2 Glyzerinphosphat
Muskel
Versuch 1: Kaninchen, Versuch 2—5: Rind

Versuchsanordnung	mg % P					mg % P-Abspaltung				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Direkter Versuch	62	66	67	67	66	–	–	—	—	—
Nullversuch	89	72	83	91	83	–	–	—	—	—
Kontrollversuch	250	140	150	149	139	161	68	67	58	48
Kaliumjodid 1.10^{-20}	254	141	156	152	138	165	69	73	61	47
" 1.10^{-19}	262	141	156	156	139	173	69	73	65	48
" 1.10^{-18}	276	146	168	160	142	187	74	85	69	51
" 1.10^{-17}	286	154	170	166	148	197	82	87	75	57
" 1.10^{-16}	320	149	166	160	148	231	77	83	69	57
" 1.10^{-15}	341	146	160	162	148	255	74	77	71	57
" 1.10^{-14}	304	140	150	156	146	215	68	67	65	55
" 1.10^{-13}	242	138	149	148	138	153	66	66	57	47
" 1.10^{-12}	271	148	164	160	142	184	76	81	69	51
" 1.10^{-11}	258	146	162	173	142	169	74	79	83	51
" 1.10^{-10}	258	144	161	150	140	169	72	78	59	49
" 1.10^{-9}	258	146	170	154	148	169	74	87	63	57
" 1.10^{-8}	222	142	158	150	138	133	70	75	59	47
" 1.10^{-7}	228	148	166	154	141	139	76	83	63	50
" 1.10^{-6}	236	148	164	148	142	147	76	81	57	51
" 1.10^{-5}	228	142	162	142	140	139	70	79	51	49

Auch bei den Versuchen mit Glyzerinphosphorsäure ist der Verlauf der Wirkungskurven wellenförmig, mit mehreren Gipfel- und Tiefpunkten. Die stärkste Anregung der Phosphatabspaltung aus Glyzerinphosphorsäure finden wir, im Gegensatz zu der Abspaltung aus Hexosediphosphat, hier in stärkeren Ver-

Tabelle 3

Muskel

Versuchsanordnung	Hexosediphosphat					Glyzerinphosphat					
	1	2	3	4	Mittel	1	2	3	4	5	Mittel
Kaliumjodid											
1.10^{-20}	81	90	90	98	90	102	101	109	105	98	103
1.10^{-19}	94	95	95	102	96	107	101	109	112	100	106
1.10^{-18}	91	97	98	102	97	116	109	127	119	106	115
1.10^{-17}	117	117	117	105	113	122	120	130	129	119	124
1.10^{-16}	94	93	93	100	95	143	113	124	119	119	123
1.10^{-15}	113	100	100	111	106	158	109	115	122	119	125
1.10^{-14}	117	105	106	114	110	134	100	100	112	155	120
1.10^{-13}	117	121	122	113	118	96	97	99	98	98	98
1.10^{-12}	124	138	139	115	129	118	112	121	119	106	115
1.10^{-11}	100	109	110	97	103	105	109	118	113	106	116
1.10^{-10}	117	133	134	98	120	105	106	116	102	102	106
1.10^{-9}	124	138	139	103	126	105	109	130	109	119	114
1.10^{-8}	142	143	145	124	138	83	103	112	112	98	100
1.10^{-7}	124	121	122	98	116	86	112	124	109	104	107
1.10^{-6}	117	121	122	103	116	92	112	121	98	106	106
1.10^{-5}	117	109	110	98	108	86	103	118	87	102	99

dünnungen. Die Muskeln von verschiedenen Tieren verhalten sich qualitativ gleich, quantitativ aber etwas verschieden. Die Phosphatwerte sind durchschnittlich bei den am stärksten fördernden Konzentrationen um 39% gegenüber dem Kontrollversuch erhöht, maximal um 58%. Die Ausschläge beim Hexosediphosphat sind in dem gleichen Konzentrationsbereich erheblich niedriger (rund 15%). Bei einer Verdünnung von 1.10^{-16} ist die Zerlegung der Glyzerinphosphorsäure auf 23% gesteigert, die der Hexosediphosphorsäure dagegen um 5% vermindert. Die beiden Phosphatasen verhalten sich also in ihrer Giftempfindlichkeit genau entgegengesetzt. Das gleiche Verhalten finden wir auch bei der Konzentration 1.10^{-13}. Hier ist umgekehrt die Zerlegung der Hexosediphosphorsäure erheblich beschleunigt (18%), die der Glyzerinphosphorsäure etwas, wenn auch nur unwesentlich, verlangsamt (2%). In höheren Konzentrationen ist die Einwirkung des Jod auf die Hydrolyse des Glyzerinphosphats erheblich geringer als in stärkeren Verdünnungen. Die Hexosediphosphatase wird dagegen gerade durch höhere Jodgaben in ihrer Wirksamkeit angeregt. So haben wir das Maximum der

Jodwirkung bei 1.10^{-8} (38% Steigerung). Die gleiche Konzentration ist auf die Zerlegung der Glyzerinphosphorsäure ohne Einfluß.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der Glyzerinphosphatversuche, so zeigt sich, daß die Phosphatasen des Muskels durch Jod, abgesehen von einigen unwirksamen bzw. schwach hemmenden Konzentrationen in ihrer Wirksamkeit angeregt werden, d. h. die Phosphatabspaltung wird erleichtert.

Versuchsreihe II.

Die Phosphatasen der Leber werden durch Jod in grundsätzlich anderer Weise in ihrer Wirksamkeit beeinflußt als die

Tabelle 4 Hexosediphosphat
Leber
Versuch 1: Katze, Versuch 2—3: Kaninchen

Versuchsanordnung	mg % P			mg % P-Abspaltung		
	1	2	3	1	2	3
Direkter Versuch	41	75	74	—	—	—
Nullversuch	87	105	103	—	—	—
Kontrollversuch	334	400	396	247	295	293
Kaliumjodid 1.10^{-20}	341	406	396	254	301	293
„ 1.10^{-19}	334	400	392	247	295	289
„ 1.10^{-18}	320	392	380	233	287	277
„ 1.10^{-17}	334	396	383	247	291	280
„ 1.10^{-16}	334	396	386	247	291	283
„ 1.10^{-15}	348	400	392	261	295	289
„ 1.10^{-14}	327	386	380	240	281	277
„ 1.10^{-13}	334	392	392	247	287	289
„ 1.10^{-12}	341	392	392	254	287	289
„ 1.10^{-11}	348	394	394	261	289	291
„ 1.10^{-10}	356	396	397	269	291	294
„ 1.10^{-9}	356	396	400	269	291	297
„ 1.10^{-8}	356	400	412	269	295	309
„ 1.10^{-7}	364	400	406	277	295	303
„ 1.10^{-6}	348	396	400	261	291	297
„ 1.10^{-5}	341	392	392	254	287	289

Phosphatasen des Muskels. Die Hexosediphosphatase der Leber ist gegen Jod weitgehend unempfindlich. Die gelegentlich auftretenden Förderungen sind nur geringfügig und übersteigen nicht 12%. Die Hemmungen machen maximal nur 6% aus. Bei der Glyzerinphosphatase stehen die Hemmungen ganz im Vordergrund. Besonders stark verschlechtern die Konzentrationen 1.10^{-12} — 1.10^{-8} die Ausspaltung der Glyzerinphosphorsäure im Mittel um 30%. Die Konzentration 1.10^{-14} ist unwirksam. In stärkeren Verdünnungen dagegen nimmt die Giftwirkung wieder erheblich zu, wenn auch nicht in dem Maße, wie bei der Konzentration 1.10^{-12} — 1.10^{-8}. Die Versuche zeigen, daß es nicht statthaft ist, die in einem Organ erhobenen Befunde auf andere Organe zu übertragen, da der Mechanismus der Fermentwirkung in den Organen verschieden ist und dementsprechend auch die Giftempfindlichkeit.

Tabelle 5 Glyzerinphosphat
Leber, Kaninchen

Versuchsanordnung	mg % P			mg % P-Abspaltung		
	1	2	3	1	2	3
Direkter Versuch	31	63	64	—	—	—
Nullversuch	42	127	133	—	—	—
Kontrollversuch	130	216	228	88	89	95
Kaliumjodid 1.10^{-20}	136	212	239	94	85	106
" 1.10^{-19}	131	196	225	89	69	92
" 1.10^{-18}	129	198	222	87	71	89
" 1.10^{-17}	118	200	219	76	73	86
" 1.10^{-16}	112	206	216	70	79	83
" 1.10^{-15}	116	212	219	74	85	86
" 1.10^{-14}	126	216	225	84	89	92
" 1.10^{-13}	124	200	216	82	73	83
" 1.10^{-12}	108	186	206	66	59	73
" 1.10^{-11}	106	182	203	64	55	70
" 1.10^{-10}	103	178	206	61	51	73
" 1.10^{-9}	103	178	209	61	51	76
" 1.10^{-8}	106	178	212	64	51	79
" 1.10^{-7}	109	182	228	67	55	95
" 1.10^{-6}	116	186	238	74	59	105
" 1.10^{-5}	130	193	246	88	66	113

Tabelle 6

Leber

Versuchsanordnung		Hexosediphosphat				Glyzerinphosphat			
		1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel
Kaliumjodid	1.10^{-20}	103	102	100	102	107	96	112	105
"	1.10^{-19}	100	100	99	100	101	78	97	92
"	1.10^{-18}	94	97	94	95	99	80	94	91
"	1.10^{-17}	100	99	96	98	86	82	91	86
"	1.10^{-16}	100	99	97	99	80	89	87	85
"	1.10^{-15}	106	100	99	102	84	96	91	90
"	1.10^{-14}	97	95	95	96	95	110	97	97
"	1.10^{-13}	100	97	99	99	94	82	87	88
"	1.10^{-12}	103	97	99	100	75	66	77	73
"	1.10^{-11}	106	98	99	101	73	62	74	70
"	1.10^{-10}	109	99	100	103	69	57	77	68
"	1.10^{-9}	109	99	102	104	69	57	80	69
"	1.10^{-8}	109	100	105	105	73	57	83	71
"	1.10^{-7}	112	100	108	106	76	62	100	79
"	1.10^{-6}	106	99	102	102	84	66	111	87
"	1.10^{-5}	103	97	99	100	100	74	119	98

Versuchsreihe III.

Die Verschiedenheit der phosphatspaltenden Fermente aus verschiedenen Organen zeigt sich auch bei dem dritten untersuchten Organ, der Niere. Hier ist das Kurvenbild bei den Phosphatasen wiederum abweichend, sowohl von den Muskel- als auch von den Leberversuchen. Die Zerlegung der Hexosediphosphorsäure wird durch Jod bei bestimmten Konzentrationen leicht beschleunigt. Das gilt besonders für die Verdünnung 1.10^{-16}, und für die Verdünnungen 1.10^{-9} — 1.10^{-7}.

Die Einwirkungen von Jod auf die Glyzerinphosphatase sind stärker als die Einwirkung auf Hexosediphosphatase. Es lassen sich unschwer mehrere Maxima der Phosphorsäurewerte feststellen, und zwar bei den Konzentrationen 1.10^{-18}, 1.10^{-14}, 1.10^{-11} und 1.10^{-7}. Bei den auf diese Verdünnungen folgenden nächst höheren Konzentrationen sinken die Phosphatwerte plötzlich sehr stark ab und können sogar unter die des Kontrollversuches heruntergehen. Im allgemeinen sind die Ausschläge wesentlich niedriger als beim Muskel. Die Phosphatabspaltung ist also hier mit Ausnahme von geringen Hemmungen angeregt.

Tabelle 7 Hexosediphosphat
Niere, Rind

Versuchsanordnung	mg % P			mg % P-Abspaltung		
	1	2	3	1	2	3
Direkter Versuch	63	65	65	—	—	—
Nullversuch	95	99	99	—	—	—
Kontrollversuch	412	412	412	317	313	313
Kaliumjodid 1.10^{-20}	424	428	412	329	329	313
" 1.10^{-19}	432	432	424	337	333	325
" 1.10^{-18}	432	435	428	337	336	329
" 1.10^{-17}	412	412	412	317	313	313
" 1.10^{-16}	456	444	450	361	345	351
" 1.10^{-15}	432	424	424	337	325	325
" 1.10^{-14}	424	412	400	329	313	301
" 1.10^{-13}	418	406	412	323	307	313
" 1.10^{-12}	418	406	424	323	307	325
" $1\ 10^{-11}$	424	412	432	329	313	333
" 1.10^{-10}	432	412	438	337	313	339
" 1.10^{-9}	438	424	441	343	325	342
" 1.10^{-8}	444	432	441	349	333	342
" 1.10^{-7}	438	432	432	343	333	333
" 1.10^{-6}	428	424	412	333	325	313
" 1.10^{-5}	400	406	400	305	307	301

Zusammenfassung.

Jodide greifen stark in den Phosphatstoffwechsel ein. Sie beschleunigen die Spaltung der Glyzerin- und Hexosediphosphorsäure besonders im Skelettmuskel und in der Niere, während bei der Leber nur eine Spaltung der Hexosediphosphorsäure stattfindet. Die Zerlegung der Glyzerinphosphorsäure in der Leber wird stark gehemmt. Die Phosphatasen des Muskels sind wesentlich giftempfindlicher als die der Niere und der Leber. Die Steigerungen der Phosphatabspaltung sind z. T. sehr erheblich, können sogar über 50% betragen. Die Wirkungskurve von Jod ist in allen Fällen wellenförmig, wie es auch

Tabelle 8 Glyzerinphosphat

Niere, Hund

Versuchsanordnung	mg % P			mg % P-Abspaltung		
	1	2	3	1	2	3
Direkter Versuch	49	59	58	—	—	—
Nullversuch	57	81	83	—	—	—
Kontrollversuch	228	296	219	171	215	136
Kaliumjodid 1.10^{-20}	232	281	212	175	200	129
" 1.10^{-19}	236	281	214	179	200	131
" 1.10^{-18}	250	308	228	193	227	145
" 1.10^{-17}	228	296	196	171	215	113
" 1.10^{-16}	236	291	222	179	210	139
" 1.10^{-15}	228	296	206	171	215	123
" 1.10^{-14}	242	314	242	185	233	159
" 1.10^{-13}	239	302	228	182	221	145
" 1.10^{-12}	222	314	236	165	233	153
" 1.10^{-11}	242	320	242	185	239	159
" 1.10^{-10}	228	286	222	171	205	139
" 1.10^{-9}	216	286	250	159	205	167
" 1.10^{-8}	212	276	242	155	195	159
" 1.10^{-7}	242	302	250	185	221	167
" 1.10^{-6}	236	291	236	179	210	153
" 1.10^{-5}	236	286	222	179	205	139

beim Thyroxin und Dijodtyrosin der Fall ist. Zwischen stark steigernden Konzentrationen liegen unwirksame oder schwach hemmende Konzentrationen. Die stärkste Phosphatabspaltung liegt für die verschiedenen Phosphatasen nicht bei der gleichen Verdünnung des Jodkalium. Bei der Spaltung der Glyzerinphosphorsäure durch den Skelettmuskel tritt das Maximum der Phosphorabspaltung in den sehr starken Verdünnungen von 1.10^{-17} — 1.10^{-14} auf. Bei der Spaltung der Hexosediphosphorsäure dagegen liegt das Maximum bei einer Verdünnung von 1.10^{-8}. Eine Verschlechterung des Phosphatstoffwechsels läßt sich nicht nachweisen, mit Ausnahme für die Hydrolyse von Glyzerinphosphorsäure durch Lebergewebe.

Tabelle 9

Niere

Versuchsanordnung		Hexosediphosphat				Glyzerinphosphat			
		1	2	3	Mittel	1	2	3	Mittel
Kaliumjodid	1.10^{-20}	104	105	100	103	102	93	95	97
"	1.10^{-19}	106	106	104	105	105	93	96	98
"	1.10^{-18}	106	107	105	106	113	106	107	109
"	1.10^{-17}	100	100	100	100	100	100	83	92
"	1.10^{-16}	114	110	112	112	105	97	102	101
"	1.10^{-15}	106	104	104	105	100	100	90	97
"	1.10^{-14}	104	100	96	100	108	108	117	101
"	1.10^{-13}	102	98	100	100	106	103	107	105
"	1.10^{-12}	102	98	104	101	96	108	113	106
"	1.10^{-11}	104	100	106	103	108	111	117	112
"	1.10^{-10}	106	100	108	105	100	95	102	99
"	1.10^{-9}	108	104	109	107	93	95	123	104
"	1.10^{-8}	110	106	109	108	91	91	127	100
"	1.10^{-7}	108	106	106	107	108	103	123	111
"	1.10^{-6}	105	104	100	103	105	97	113	105
"	1.10^{-5}	96	98	96	97	105	95	102	101

Schlußbesprechung der Wirkungen von Thyroxin[4], Dijodtyrosin[5] und Jodkalium auf die Spaltung von Hexose- und Glyzerinphosphorsäure.

Da mit der vorliegenden Arbeit die Untersuchungen über die Einwirkungen von einigen jodhaltigen Verbindungen auf den Phosphatstoffwechsel zum Abschluß gekommen sind, sollen nun alle durch Thyroxin, Dijodtyrosin und Jodkalium gesetzten Veränderungen im Zusammenhang besprochen werden.

Die Tabellen 10 und 11 enthalten die Durchschnittswerte der Phosphatabspaltungen auf den Kontrollversuch ohne Zusatz der Gifte = 100 bezogen.

[4]) Herr: Inaugural-Dissertation 1934 Münster.
[5]) Helmert: Inaugural-Dissertation 1934 Münster.

Tabelle 10 Hexosediphosphat

P-Abspaltung: % vom Kontrollversuch

Konzentration	Muskel			Leber			Niere		
	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J
1.10^{-20}	115	91	90	102	95	107	101	104	103
1.10^{-19}	108	103	96	107	101	100	103	101	105
$1\ 10^{-18}$	111	103	97	110	103	95	103	99	106
1.10^{-17}	117	106	113	103	101	98	100	96	100
1.10^{-16}	111	110	95	97	99	99	98	100	102
1.10^{-15}	120	110	106	93	95	102	97	105	105
1.10^{-14}	110	94	110	103	99	96	95	104	100
$1\ 10^{-13}$	120	103	118	105	101	99	99	109	100
1.10^{-12}	120	102	129	107	105	100	103	101	101
1.10^{-11}	125	104	103	100	107	101	101	99	103
1.10^{-10}	109	96	120	91	107	103	99	103	105
1.10^{-9}	105	100	126	98	100	104	98	106	107
1.10^{-8}	103	110	138	109	103	105	97	102	108
1.10^{-7}	98	96	116	112	100	106	96	101	107
1.10^{-6}	103	99	116	110	98	102	101	104	103
1.10^{-5}	108	104	108	103	107	100	93	101	107

Aus der Tabelle 10 geht hervor, daß die Hexosediphosphatase des Muskels durch alle drei Jodverbindungen mit Ausnahme von einigen wenigen Konzentrationen in ihrer Wirksamkeit angeregt wird. Nur die Konzentrationsempfindlichkeit den Stoffen gegenüber ist verschieden. So kann die gleiche Konzentration der drei Stoffe, Thyroxin, Dijodtyrosin und Jodkalium, in einem Falle zu einer starken Förderung führen, im anderen Falle eine leichte Hemmung, bzw. keine Wirkung auf den Phosphatstoffwechsel auslösen. Die drei Stoffe können sich also mithin bei einer bestimmten Konzentration antagonistisch beeinflussen. Relativ gering ist der Einfluß der drei Jodverbindungen auf die Hexosediphosphatase von Leber und Niere. Diese Organe sind also für Untersuchungen sehr wenig geeignet.

Tabelle 11 Glyzerinphosphat
P-Abspaltung: % vom Kontrollversuch

Konzentration	Muskel			Leber			Niere		
	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J	Thyroxin	Dijodtyrosin	K J
1.10^{-20}	96	99	103	80	107	105	100	104	97
1.10^{-19}	102	102	106	104	98	92	107	111	98
1.10^{-18}	114	106	115	101	92	91	94	97	109
1.10^{-17}	108	108	124	96	101	86	96	107	92
1.10^{-16}	88	114	123	86	101	85	101	101	101
1.10^{-15}	98	115	125	107	103	90	105	107	97
1.10^{-14}	121	97	120	115	104	97	96	99	111
1.10^{-13}	96	108	98	96	112	88	99	92	105
1.10^{-12}	95	112	115	94	122	73	91	104	106
1.10^{-11}	108	114	116	78	107	70	95	105	112
1.10^{-10}	105	109	106	94	101	68	89	105	99
1.10^{-9}	116	108	114	90	96	69	96	101	104
1.10^{-8}	107	111	100	102	84	71	103	116	100
1.10^{-7}	97	109	107	104	98	79	97	108	111
1.10^{-6}	95	104	106	120	92	87	95	100	105
1.10^{-5}	104	102	99	126	86	98	88	102	101

Die Zerlegung der Glyzerinphosphorsäure im Muskel, Leber und Niere wird durch Gifte durchweg anders beeinflußt als die Zerlegung der Hexosediphosphorsäure. Besonders auffällig ist, daß Jod in der Leber die Phosphatabspaltung stark hemmt, Dijodtyrosin nahezu wirkungslos ist, während beim Thyroxin je nach der Konzentration hemmende und fördernde Wirkungen auftreten. Beim Skelettmuskel beschleunigen das Dijodtyrosin und das Jodkalium die Esterspaltung, wobei das Jod stärker als das Dijodtyrosin wirkt. Auch beim Thyroxin stehen die Förderungswirkungen im Vordergrund. Doch entsprechen hier auch die Hemmungen dem ganzen Wirkungsbild, wie es auch für die Leber zutrifft. In allen Fällen nimmt die Wirkungskurve keinen gradlinigen, sondern wellenförmigen Verlauf, wobei hohe Phosphatwerte nach einer Reihe von Konzentrationen erneut auftreten. Dieser Reaktionsablauf ist für die Phosphatase desselben Organs in allen Fällen nachweisbar und gut zu reproduzieren. Die Phosphatasen der einzelnen Organe dagegen zeigen eine verschiedene Konzentrationsempfindlichkeit. Da auch die Milchsäurebildung aus Kohlenhydraten die gleiche Konzentrationsempfindlichkeit aufweist, so muß vermutet werden, daß es sich dabei um eine für diese drei Stoffe geltende Gesetzmäßigkeit im Wirkungsverlauf handelt.

Lebenslauf.

Ich wurde geboren am 10. September 1910 zu Münster in Westf. als Sohn des Eisenbahninspektors August Herzig. Nach vierjährigem Besuch der Elementarschule zu Münster kam ich 1920 ebendaselbst auf das Städtische Realgymnasium, wo ich 1930 das Zeugnis der Reife erhielt. Im Sommer 1930 begann ich an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster das Studium der Zahnheilkunde. Hier bestand ich im Frühjahr 1932 das Physikum und im Herbst 1933 das zahnärztliche Staatsexamen.

Hermann Herzig.